

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 5 月 13 日 (13.05.2004)

PCT

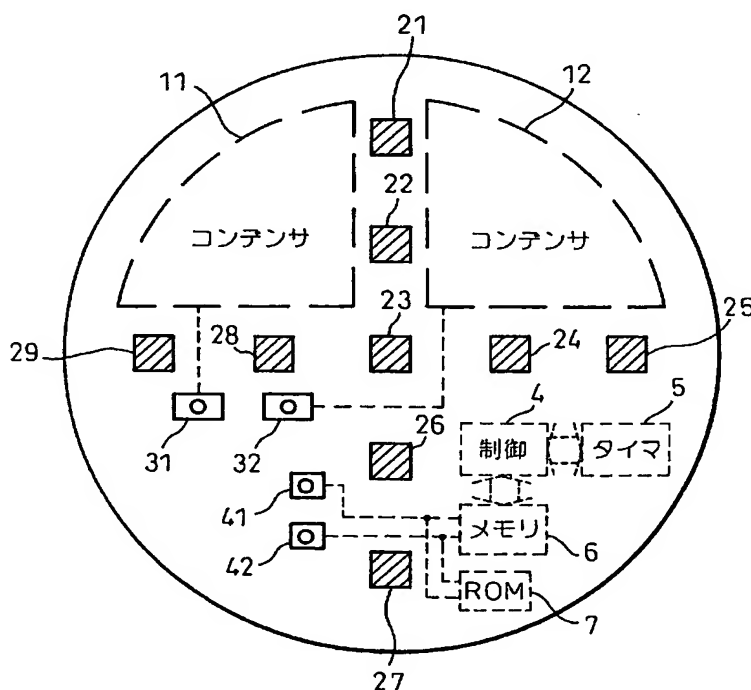
(10) 国際公開番号
WO 2004/040634 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 21/3065 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012555 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 湯浅 光博
(22) 国際出願日: 2003 年 9 月 30 日 (30.09.2003) (YUASA, Mitsuhiro) [JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区
(25) 国際出願の言語: 日本語 赤坂五丁目 3 番 6 号 東京エレクトロン株式会社内
(26) 国際公開の言語: 日本語 Tokyo (JP).
(30) 優先権データ: 特願 2002-318116 (74) 代理人: 青木 篤, 外(AOKI, Atsushi et al.); 〒105-8423
2002 年 10 月 31 日 (31.10.2002) JP 東京都 港区 虎ノ門 三丁目 5 番 1 号 虎ノ門 3 7 森ビ
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) ル 青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
[JP/JP]; 〒107-8481 東京都 港区 赤坂五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).
(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: PROCESS MONITOR AND SYSTEM FOR PRODUCING SEMICONDUCTOR

(54) 発明の名称: プロセスモニタ及び半導体製造装置



(57) Abstract: A process monitor comprising a sensor provided on a semiconductor wafer, and a capacitor serving as a power supply thereof. The capacitor can be formed by depositing polysilicon and silicon nitride on the wafer. Operating time, operating timing, and the like, of the process monitor can be specified by providing a timer. Furthermore, an unauthorized use can be prevented by storing a key word in the ROM of the process monitor.

(57) 要約: プロセスモニタとして半導体ウェハ上に設けられたセンサを用い、その電源としてコンデンサを採用する。コンデンサはポリシリコンとシリコンナイトライドでウェハ上に積層形成することができる。また、タイマを備えてプロセスモニタの動作時間や動作タイミング等を指定することができる。さらに、キーワードをプロセスモニタのROMに記憶させることにより、不正使用を防止する。

4...CONTROL
5...TIMER
6...MEMORY
11...CAPACITOR
12...CAPACITOR



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

プロセスモニタ及び半導体製造装置

発明の分野

本発明は、例えばプラズマ処理のような半導体製造プロセスをモニタするプロセスモニタ及びプロセスモニタを使用する半導体製造装置に関する。

背景技術

従来、半導体製造装置において、プラズマプロセスを最適に制御するためのプラズマ密度、温度等の測定は、例えば工場での開発時にプラズマプローブや熱電対をプラズマ処理室に挿入して測定していた。しかし、LSIの製造において多品種小量生産が増えてくると、それぞれプロセスの条件が異なり、プロセスの変更ごとにプラズマ状態の測定が必要となってくる。そしてその都度プローブ等を挿入して測定するとなると非常に面倒なもので、測定・制御用の配線が必要で、測定対象に外乱を与えるものであった。また、多点同時測定が困難であり、実際に測定が必要な領域を測定するのも困難であった。更に汚染の問題や稼働率の低下の問題も生じる。

最近、プローブを用いないセンサであって、通常のシリコンウェハと同様に搬送を行うことができるセンサウェハが開発されている（例えば、Yen Tran, Tim Yeh and Bruce Dunn (UCLA) 「センサアレイを動作させるためのリチウムバッテリーの開発」 ("Development of Lithium Batteries for Powering Sensor Arrays") SFR Workshop November 14, 2001参照)。

しかしながら、センサウェハの電源であるバッテリーは充放電を繰

り返すことにより劣化するものであり、不測の事故等でセンサウェハが破損するような場合バッテリーを構成する材料によってプラズマ処理室が汚染されるおそれがある。

発明の開示

本発明は、上記問題に鑑み、ほとんど劣化することがなく、汚染のおそれがない電源を備えたプロセスモニタ、及び該プロセスモニタを使用する半導体製造装置を提供することを目的とする。

本発明は、上記目的を達成するために、センサウェハを用いるプロセスモニタの電源としてコンデンサを採用する。コンデンサは、絶縁膜が変質しない限りは充放電を繰り返すことによる劣化はなく、コンデンサを構成する材料も処理室を汚染するおそれがない材料を選択することができる。例えば、コンデンサはポリシリコンとシリコンナイトライドで積層形成することができる。

また、本発明のプロセスモニタには、測定データを記憶する記憶手段を備えることもできるし、データタイマを用いてプロセスモニタの動作時間や動作タイミング等を指定することもでき、特定の状態について測定することができる。

さらに、キーワードをプロセスモニタのROMに記憶させることにより、不正使用を防止することができる。

このプロセスモニタを使用する本発明の半導体製造装置は、プロセスモニタを格納するプロセスモニタ格納部、電源であるコンデンサを充電する充電機構、又はプロセスモニタの測定データの読み書き機構を備える。

また、本発明の半導体製造装置は、読み書き機構から読み出された測定データを予め作成した基準データと比較して、前記測定データが前記基準データの所定範囲を超えた場合に所定の制御を行うこ

ともできる。

本発明のプロセスモニタは、コンデンサを電源として使用するの
で、ほとんど劣化することもなく、処理室の汚染の原因となること
もない。また、タイマにより特定期間のデータのみを得ることがで
き、データ読出しに際してキーワードを必要とするようにしたので
、不正使用を防ぐことができる。また、本発明のプロセスモニタを
使用する半導体製造装置においては、汚染や稼働率の低下の問題に
わずらわされることなく測定を行うことができ、適切なメンテナン
スを行うこともできる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明によるプロセスモニタの概要を示す図である。

図 2 は、本発明によるプロセスモニタの充電手段の 1 例を示す図
である。

図 3 は、本発明によるプロセスモニタが備える電源としてのコン
デンサの一例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。

図 1 は、本発明の 1 実施形態のプロセスモニタの概要を示す図で
ある。図 1 におけるプロセスモニタは、例えば直径 300 mm の半
導体ウェハ 1 の表面に、十文字状に並ぶ 10 ミリ角の 9 個のセンサ
21～29 を備えている。本例では、ウェハ 1 の 2 箇所、直列に
接続されて電源として動作する積層コンデンサ 11、12 を備え、
センサによる測定及び測定信号の読出し動作の電源として使用され
る。コンデンサの充放電は、コンデンサの両極に接続する充放電端
子 31、32 によって行われる。コンデンサを直列に接続して使用

するか、並列に接続して使用するかは、必要な容量、耐電圧等を考慮して適宜選択することができる。

また、タイマ 5 及びコントローラ 4 を備え、タイマ 5 によって、測定動作の開始及び終了時刻又は、測定継続時間などが指定でき、コントローラ 4 によって、センサによる測定動作、測定された信号の記憶装置への書込み及び読出し、外部との信号の授受等が制御される。

さらに、記憶装置として測定データ記憶用メモリ 6 及び R O M 7 を備え、センサ 2 1 ～ 2 9 によって検出されるプラズマの状態を示すデータは測定データ記憶用メモリ 6 に記憶され、I / O 端子 4 1 , 4 2 を介して外部に信号を取り出すことができる。R O M 7 には、当該プロセスモニタを特定するためのパスワード又はキーワードが記憶されている。

図 2 は、プロセスモニタのコンデンサに充電する 1 例を示す。コンデンサの充放電端子 3 1 , 3 2 に対して、それぞれに対応する端子 3 1 ' , 3 2 ' を備え、3 次元的に移動可能な充電部材 3 0 ' を例えばカセット室に設けられる充電機構に備え、接触させて充電する。I / O 端子 4 1 , 4 2 についても同様に、データ読出し機構に設けられる部材の端子に接触させてデータ信号を取り出すようにする。

図 3 は、本発明の電源であるコンデンサの一例を示す。図 1 では、ウェハの 2 箇所に配置された例を示したが、図 3 では 1 個のコンデンサが配置されているものとして説明する。コンデンサは、S i ウェハからなる基板 S 上にマイクロマシニングにより作り込まれる。基板 S には、図示しないが、測定制御用 I C、測定データ記憶用メモリ (S R A M、D R A M、E E P R O M 等) 等測定動作及び信号授受のための半導体回路及びその他プロセスモニタに必要な回路

が集積配置されている。

基板 S の上に絶縁層 $D_1 \sim D_{n-2}$ 、配線層 $M_1 \sim M_2$ が形成され、配線層 $M_3 \sim M_{n-1}$ に設けられた電極 $E_1 \sim E_{n-3}$ 間に挟持された誘電体層 $D_2 \sim D_{n-3}$ によってコンデンサが積層形成されている。電極 $E_1 \sim E_{n-3}$ はポリシリコンからなり、誘電体層 $D_2 \sim D_{n-3}$ はシリコンナイトライドからなる。端子 T_1 、 T_2 は、図 1 の充放電端子 31、32 に相当する端子であって、端子 T_1 は、配線層を貫通するビアを介して配線層 M_3 に設けられた電極 M_3 に接続し、端子 T_2 は配線層 M_{n-1} に設けられた電極 E_{n-3} に接続される。端子 T_1 、 T_2 は Al でもよいが、ポリシリコンを用いることもできる。ただし、 Si のエッチングプロセスのセンサとして用いる場合は、端子を T_i や W 等の材料で構成してもよい。コンデンサの形成のための積層数は適宜選択することができるが、おおむね 10 ～ 100 層程度である。

このようなマイクロマシニングによるコンデンサの製造方法は適宜公知の方法を用いればよい。本例では、配線層 M_1 の配線は Al 配線を採用しており、前面に Al を付着させた後エッチング等で Al を取り去って絶縁層を埋めるようにしている。その他上下の層を電氣的に接続する配線は W を用いたビア配線によっているが、他の材料を用いることもできる。また、コンデンサを構成する電極と誘電体も適宜他の材料を使用することができる。コンデンサの形状もさまざまな形状とすることもできるし、コンデンサを形成する部分を他の部分と区別してコンデンサのみを積層構造で形成してもよい。

次に、本発明による 1 実施形態のプロセスモニタにより半導体製造装置におけるプラズマプロセスを測定する際の動作及び作用を説明する。

半導体製造装置は公知のどのようなものでもよいが、ここではプラズマ処理室のほか、カセット室、アライメント室、搬送ロボット室等が設けられ、処理すべきウェハは、カセット室に載置されて、搬送ロボットによりカセット室からアライメント室を介してプラズマ処理室に搬送され、処理が終わるとカセット室に戻るような装置を例に説明する。

センサウェハであるプロセスモニタは半導体製造装置のカセット室に格納されている。カセット室は、センサウェハの電源であるコンデンサを充電するための充電機構及び測定されたデータの読出し機構を備えている。ロット開始前など処理室のプラズマ条件を測定する必要があるときには、カセット室から通常のウェハを搬送すると同様に、充電され測定可能となったプロセスモニタをウェハ搬送ロボットで取り出し、搬送し、処理室に導入し、サセプタに載置して測定用プロセスを実行する。センサ自体の動作は公知のもので、予め決められた測定プロセスに従ってプラズマ密度やプラズマ温度等を測定する。測定時間は通常1分から30分であって、半導体ウェハ上のコンデンサによる電源で充分動作させることができる。

本例のセンサウェハは、またタイマを備えていて、処理プロセスの開始時・中間・終了時といった特定の測定期間を選択することができる。これはプロセス全体にわたる平均化したデータではなく、特定の期間のデータを得ることができることを意味する。例えば、プラズマ着火時のプラズマの不安定性により素子にダメージが入るようなプロセスでは、プラズマ着火時のデータのみを測定することができ、非常に有効である。

なお、センサウェハを格納し充電などを行う室はカセット室に限るものではない。搬送ロボット室、アライメント室でもよいし、センサウェハのための専用チャンバを設けてもよい。また、充電時に

タイマをセットするようにしてもよい。

場合によっては、処理すべき通常のウェハとともにセンサウェハをウェハカセットに載置して、プラズマ処理後に取り出すようにしてもよい。

測定終了後はカセット室にセンサウェハを戻し、必要に応じて充放電端子 31, 32 により外部電源と接続して、測定データ記録用メモリ 6 に保存されたデータを I/O 端子 41, 42 を介して読み出す。データ読出しの際には、センサウェハの ROM 7 に記憶された特定のキーワードをデータ読出し機構で読み取ることができないとデータ読出しの動作ができないようにする。このようにすれば、センサウェハの不正使用を防止することができる。

また、測定データに基づいて製造条件の変更やメンテナンス要求を行う制御手段を設けてもよい。すなわち、プラズマに関して予め測定し事前評価したデータからなるデータベースを構築しておき、このデータベースを半導体製造装置内に備えるか、あるいは外部サーバに備えるようにする。そして、この制御手段によりセンサウェハから読み出された測定データを、半導体製造装置内のデータベース、あるいは通信手段により接続された外部サーバのデータベースとを比較する。

データベースのデータと測定データとの比較結果が基準値外である場合は、制御手段により半導体製造装置の動作条件を変更するようにコントロールしてもよいし、装置を停止しメンテナンスを要求する信号を発信することとしてもよい。いずれにせよ製品歩留まりの低下を防ぐことが可能となる。なお、センサウェハが不正に使用されたような場合は、比較すべき測定データが取得できないこととなるが、このような場合には読み出し機構が測定データとしてダメーデータを送信するようにしてもよい。

本例では信号の授受や充電等は各々 I / O 端子や充放電端子を介して行っただが、信号は無線や赤外線を利用して送受信してもよいし、充電電力も非接触でコンデンサに送ることもできる。

請 求 の 範 囲

１．半導体ウェハ上に形成されたセンサを有するセンサウェハによりプロセスをモニタするプロセスモニタであって、前記センサウェハにコンデンサを備えて電源とするプロセスモニタ。

２．記憶手段を備え、前記モニタの結果である測定データを記憶する請求項１記載のプロセスモニタ。

３．タイマを備え、前記タイマによって測定時期及び測定期間を指定する請求項１に記載のプロセスモニタ。

４．キーワードを記憶しているＲＯＭを備える請求項１に記載のプロセスモニタ。

５．前記コンデンサは、ポリシリコンとシリコンナイトライドを前記半導体ウェハ上に積層して形成される請求項１に記載のプロセスモニタ。

６．請求項１に記載のプロセスモニタを使用する半導体製造装置であって、前記プロセスモニタを格納するプロセスモニタ格納部を備えた半導体製造装置。

７．請求項１に記載のプロセスモニタを使用する半導体製造装置であって、プロセスモニタの電源である前記コンデンサを充電する充電機構を備えた半導体製造装置。

８．請求項２に記載のプロセスモニタを使用する半導体製造装置であって、前記記憶手段に記憶された測定データを読み書きする読み書き機構を備えた半導体製造装置。

９．前記読み書き機構から読み出された測定データを予め作成した基準データと比較して、前記測定データが前記基準データの所定範囲を超えた場合に所定の制御を行う制御手段を備えた請求項８に記載の半導体製造装置。

Fig.1

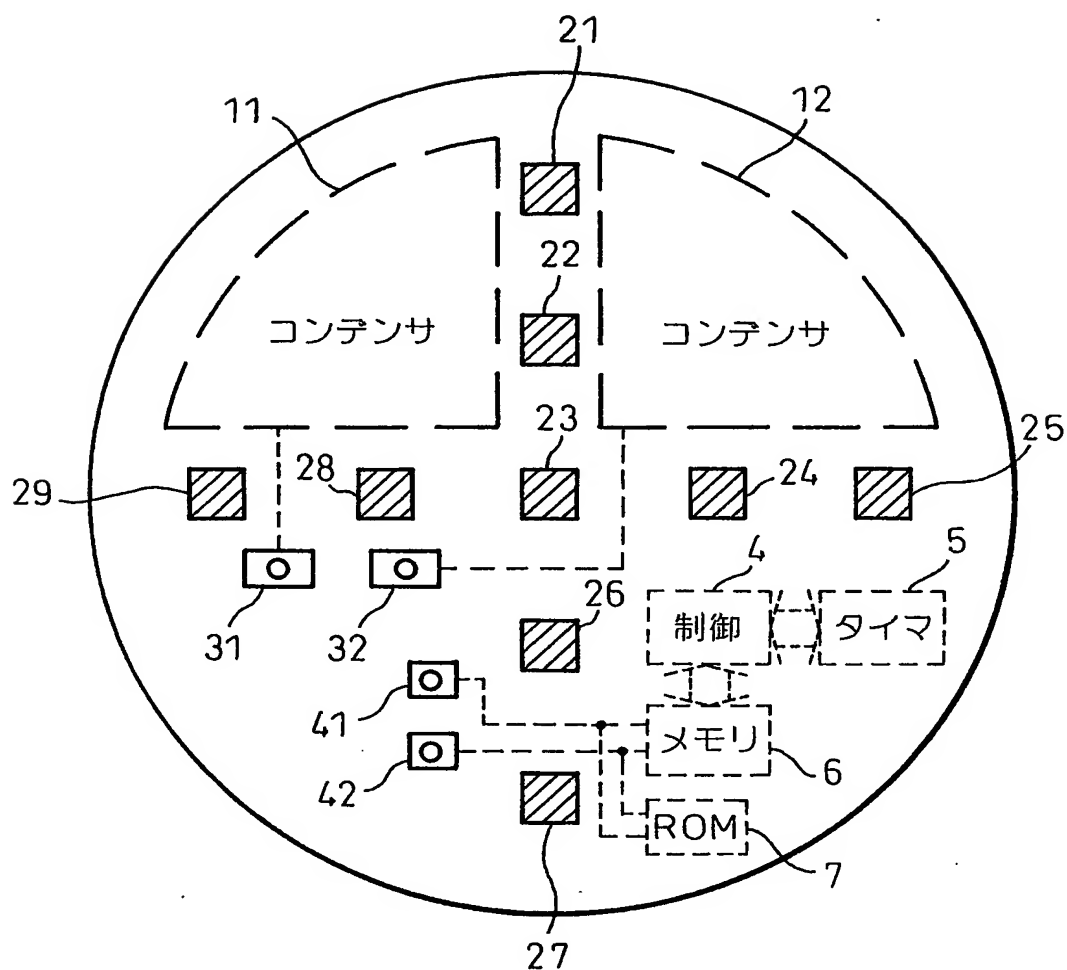


Fig.2

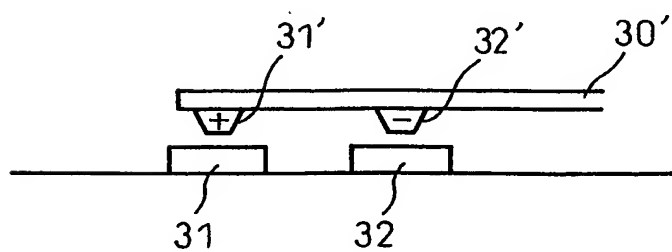
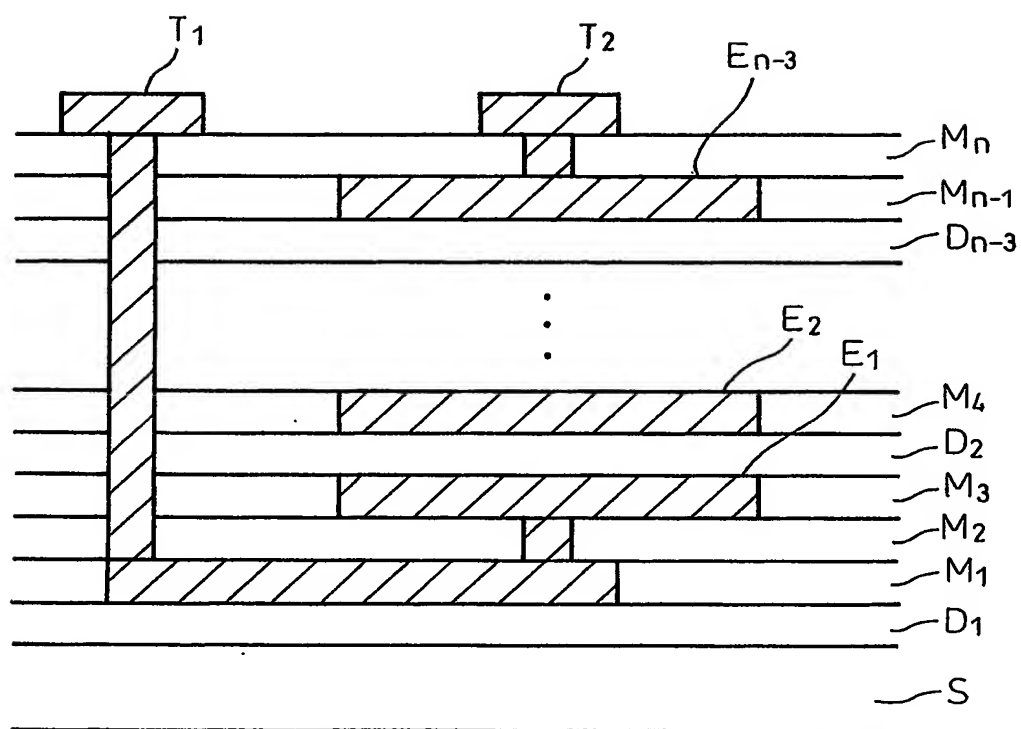


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12555

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ H01L21/3065 | | |
|---|---|--|
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl ⁷ H01L21/3065, G01L9/04 | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003 | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| Y | WO 00/68986 A (Tokyo Electron Ltd.), 16 November, 2000 (16.11.00), Page 11, line 3 to page 25, line 5 (Family: none) | 1, 6-9 |
| Y | JP 06-76193 A (Seiko Epson Corp.), 18 March, 1994 (18.03.94), Par. Nos. [0009] to [0082] (Family: none) | 1, 6-9 |
| Y | JP 2002-170925 A (Yamatake Corp.), 14 June, 2002 (14.06.02), Par. Nos. [0015] to [0052] (Family: none) | 1, 6-9 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family |
| Date of the actual completion of the international search 10 December, 2003 (10.12.03) | | Date of mailing of the international search report 24 December, 2003 (24.12.03) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office | | Authorized officer |
| Facsimile No. | | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/12555

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | WO 01/65224 A (Tokyo Electron Ltd.), 07 September, 2001 (07.09.01), Full text & JP 2001-242014 A | 2-5 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl.⁷ H01L21/3065

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L21/3065

Int.Cl.⁷ G01L 9/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| Y | WO 00/68986 A (東京エレクトロン株式会社) 2000. 11. 16, 第11頁第3行~第25頁第5行 (ファミリーなし) | 1, 6-9 |
| Y | JP 06-76193 A (セイコーエプソン株式会社) 1994. 03. 18, 第9~82段落 (ファミリーなし) | 1, 6-9 |
| Y | JP 2002-170925 A (株式会社山武) 2002. 06. 14, 第15~52段落 (ファミリーなし) | 1, 6-9 |
| A | WO 01/65224 A (TOKYO ELECTRON LIMITED) 2001. 09. 07, 全文 & JP 2001-242014 A | 2-5 |

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.12.03

国際調査報告の発送日

24.12.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 淳一

印

4R

9055

電話番号 03-3581-1101 内線 6363